ÉTUDE 83-30

DÉPÔTS QUATERNAIRES DE LA RÉGION DE GRANBY, QUÉBEC

G. PRICHONNET

1984

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

et aussi à la

Commission géologique du Canada,
601, rue Booth
Ottawa, K1A 0E8

Un exemplaire de cette publication peut aussi être
consulté dans les bibliothèques publiques partout au Canada

N° de catalogue M44-83/30F Canada: $5.00
ISBN 0-660-91335-6 Hors Canada: $6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable

Critical Reader
D.A. St-Onge

TABLE DES MATIÈRES

1	Résumé/Abstract
1	Généralités
2	Données lithostratigraphiques et paléogéographie
4	Corrélations stratigraphiques régionales
5	Géologie économique
5	Remerciements
5	Références
7	Annexe – Les marques d'érosion glaciaire

Illustrations

in pocket	Carte 4-1983. Géologie des formations en surface, Granby, Québec
2	1. Les roches du substratum
2	2. Lithostratigraphie, paléogéographie et chronostratigraphie
3	3. Les stries glaciaires et les formes fuselées
4	4. Séquence deltaique régressive de Bromont

DÉPÔTS QUATERNAIRES DE LA RÉGION DE GRANBY, QUÉBEC

Résumé

Le territoire de la carte de Granby occupe une zone de transition, de la plaine du Saint-Laurent aux premiers reliefs appalachiens; l'altitude demeure faible, avec 35 m à l'ouest et 250 m à l'est. Trois collines montérégiennes y dominent les crêtes et dépressions, qui sont parallèles aux structures des Appalaches: leurs roches intrusives, mises en place au Crétacé inférieur, témoignent d'une importante érosion des séries cambro-ordoviciennes encaissantes, puisqu'elles sont constituées de roches cristallines (syénites, gabbros, ...).

La séquence des dépôts quaternaires peut atteindre 50 m d'épaisseur, et repose en discordante sur le substratum rocheux. Elle comprend deux tills séparés de dépôts non glaciaires, ainsi qu'une succession de sédiments postglaciaires représentés, principalement, par des graviers et des sables fluvioglaciaires, des argiles silteuses, des sables et des graviers marins, des tourbes et quelques dépôts alluviaux. Le till inférieur, ou till de l'Ange Gardien, est sans doute du même âge que le till de Malone: il est attribué au Wisconsinien moyen, et fut mis en place par une glace s'écoulant du nord-est. Après un recul de durée indéterminée, les glaces ont recouvert à nouveau le territoire, laissant une nappe de till d'épaisseur très irrégulière. Ce till doit être corrélé avec le till de Gentilly: son âge s'étend de la fin du Wisconsinien moyen à la plus grande partie du Wisconsinien supérieur. Un lac glaciaire a laissé des preuves d'activité littorale jusqu'à l'altitude actuelle de 245 m. La mer de Champlain a recouvert environ 75% du territoire, entre 12 500 et 9 600 ans BP: sa limite d'invasion est fixée à 190 m; ses dépôts constituent une séquence à granoclassement inverse, de type régressif, causée par le relèvement isostatique et l'exondation des terres. Les tourbières se sont développées dans les dépressions structurales, à partir de 8 000 ans BP. Trois talus d'érosion principaux, d'âge Holocène, ont été notés à proximité de la rivière Yamaska.

Abstract

The Granby map area covers a transitional zone from the St. Lawrence to the first ridges of the Appalachians. Elevation is relatively low varying from 35 m in the west part to 250 m in the east, although three Monteregian Hills dominate the valley and ridge topography which trends parallel the Appalachian tectonic grain. Crystalline rocks of the intrusive stocks coring the Monteregian Hills – emplaced during the early Cretaceous – provide a great erosional contrast to the surrounding Cambro-Ordovician shales, carbonates and sandstones.

Quaternary deposits, locally as thick as 50 m, rest with angular unconformity on bedrock. These include two tills separated by stratified sediments and a succession of postglacial deposits, mainly composed of glaciofluvial sands and gravels, marine silty clay, sands and gravels, peats and alluvial deposits. The lower till, Ange Gardien Till, was emplaced by ice flowing from the northeast and may correlate with Malone Till, which is considered Middle Wisconsinan in age. During and following retreat, thin, stratified sediments were deposited. Ice re-covered the area, forming a layer of till of irregular thickness. This till correlates with at least the upper part of Gentilly Till whose age extends from the late Middle Wisconsinan through most of Late Wisconsinan. A glacial lake, with shorelines as high as 245 m, formed during deglaciation. The Champlain Sea, which occupied approximately 75% of the region, was present between 12 500 and 9 600 BP and reached a maximum elevation of 190 m. Regression of the Champlain Sea was caused by isostatic rebound with an upward coarsening sequence of sediments being deposited. Peat bogs developed in structural depressions beginning around 8 000 BP. Three principal Holocene erosional scarps are present in the vicinity of Yamaska River.

GÉNÉRALITÉS

La ville de Granby est située à 65 km à l'est de Montréal (31 H/7). La région inclut la bordure de la plaine des Basses-Terres, à l'ouest, et les premières crêtes du piedmont appalachien, au centre et à l'est: la plaine est à environ 35 m d'altitude, tandis que les crêtes atteignent 175 m au centre, et 250 m à l'est. Trois collines montérégiennes dominent le paysage avec des sommets culminant à environ 412, 520 et 550 m: ce sont, à l'ouest le mont Yamaska, à l'est les monts Shefford et Brome (fig. 1). Le réseau hydrographique est partiellement adapté aux structures géologiques NNE-SSW; mais les principales rivières s'écoulent vers le nord-ouest, traversant les structures appalachiennes.

La région est facilement accessible par l'autoroute 10 (E-W) et plusieurs routes importantes: 104 et 112 (E-W); 139, 235, 241 et 243 (N-S).

Les roches du substratum sont principalement d'âge cambro-ordovicien (fig. 1), tandis que des sédiments quaternaires, discordants sur ce socle, peuvent représenter une période allant du Wisconsinien moyen à nos jours (fig. 2): la séquence virtuelle a été établie à partir des coupes observées aux sites 84.10, 215, 275, 284, 303, 373, 564 (Prichonnet, 1982a, fig. 29.2, 29.3).

Plus de 800 points de contrôle appuient l'ensemble des informations présentées dans ce rapport: seules les coupes majeures et les sites de roc strié sont reportés sur la carte. Une annexe décrit plus en détail les observations relatives aux marques d'érosion glaciaire.

Dans le substratum, la ligne Logan délimite deux catégories de roches très différentes: (1) à l'ouest, une petite bande des formations ordoviciennes, incluant des roches carbonatées, appartient à la séquence des dépôts de la plate-forme cambro-ordovicienne de l'est du continent (Clark, 1977); (2) au centre et à l'est, des roches détritiques terrigènes, d'âge Cambrien surtout, proviennent de séquences plus internes du miogéosynclinal appalachien, mises en place lors de l'orogénèse taconique (Ordovicien moyen à supérieur) (Cooke et al., 1962). Les monts Yamaska (au nord-ouest), Brome et Shefford (au sud-est), font partie de la série intrusive des Montérégiennes, d'âge Crétacé inférieur.

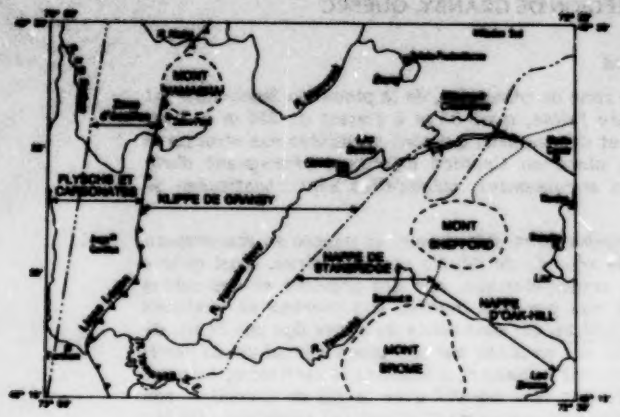


Figure 1. *Les roches du substratum. Quatre ensembles de roches du Paléozoïque inférieur affleurent inégalement: (1) des flyschs et des carbonates de l'Ordovicien moyen et supérieur; (2) les ardoises et les grès du groupe de Shefford (Clark, 1977) d'âge Cambrien, qui constituent le klippe de Granby; (3) les ardoises du complexe (Clark) ou groupe (Charbonneau, 1980) de Stanbridge sont de l'Ordovicien, et appartiennent à la Nappe de Stanbridge; (4) le groupe d'Oak-Hill (Phyllades, quartzites, marbres, métavolcaniques), d'âge Cambrien, qui affleure dans la Nappe d'Oak-Hill. Les trois monts sont constitués de roches intrusives, d'âge Crétacé inférieur.*

DONNÉES LITHOSTRATIGRAPHIQUES ET PALÉOGÉOGRAPHIE

Les dépôts du Quaternaire forment une mince couverture (voir les coupes topographiques sur la carte en pochette), qui s'épaissit vers l'ouest (50 m) et dans les dépressions des reliefs appalachiens (maximum de l'ordre de 35 m). Bien que deux tills aient été identifiés à l'ouest (site 84.10) et à l'est (sites 215 et 564) de la carte, il est difficile, en l'absence de restes fossiles, de proposer un âge certain pour le till inférieur et les dépôts non-glaciaires, qui précèdent le till supérieur.

Le till inférieur ou till de l'Ange Gardien affleure sur 1,5 m (site 84.10). Il est gris, caillouteux et faiblement carbonaté: 3 à 4% dans la fraction inférieure à 0,210 mm. À la base, il présente un faciès till de fond, tandis qu'au sommet le diamicton est plus lâche, avec 71% d'arénite et 24% de lutite pour une limite à 8 mm. On attribue à cet horizon ancien un till plus fin (68% de lutites), affecté de déformations par compression, affleurant près de Roxton Sud (site 215.2). Au site 84.10.0 (voir les diagrammes sur la carte en pochette), l'analyse tridimensionnelle du till (ou fabrique) indique un écoulement glaciaire du nord-est vers le sud-ouest (fig. 3, famille 1); au site 215.2, la fabrique reflète les déformations par compression observées dans le till inférieur.

Les dépôts non glaciaires surmontent le till inférieur à l'Ange Gardien: ils sont stratifiés et composés de graviers, sables et silts. Le caractère rythmique des silts est suggéré par des lits d'argile marron: ces dépôts fins, légèrement carbonatés (4 à 8%), se sont révélés azoïques. Ils gisent à environ 80 m d'altitude. À Martin Corner (site 564), ce sont des graviers en strates lenticulaires de 5 à 35 cm d'épaisseur qui affleurent sous le till supérieur: ils succèdent d'ailleurs à des silts stratifiés alternant avec des lentilles de diamictons de type coulée de boue. Dans cette coupe, les faciès semblent indiquer un environnement proglaciaire très proximal; leur altitude est de l'ordre de 168 m.

En fait, il est possible que les dépôts glaciaires de base appartiennent au Wisconsinien moyen. Les dépôts non glaciaires intermédiaires (sites 84.10 et 564), tronqués par le till supérieur, ne représenteraient alors que des lambeaux isolés, et difficiles à corréler, des épisodes complexes marquant le Wisconsinien moyen, indiquant au moins un recul glaciaire (plaine alluviale; lacs proglaciaires).

Le till supérieur, avec ses surfaces remaniées, couvre près de 50% du territoire; il doit être attribué principalement au Wisconsinien supérieur (voir Lamothe et al., 1983). Ce till est arénitique, de 46% à 56%, avec une importante fraction lutitique, de 22% à 45% (la coupure est à 8 mm, comme pour le till inférieur); il est compact en profondeur; sa couleur grisâtre peut varier, lorsqu'il est humide, de 10 YR 4/1 à 2.5 Y 5/2 (charte Munsell). Légèrement carbonaté dans la partie ouest du territoire, soit jusqu'à 7% dans la fraction inférieure à 0,210 mm, il perd ses carbonates vers l'est (fig. 1), ou encore, en surface, lorsqu'il est soumis au lessivage. La lithologie de ses galets varie avec les 3 grands

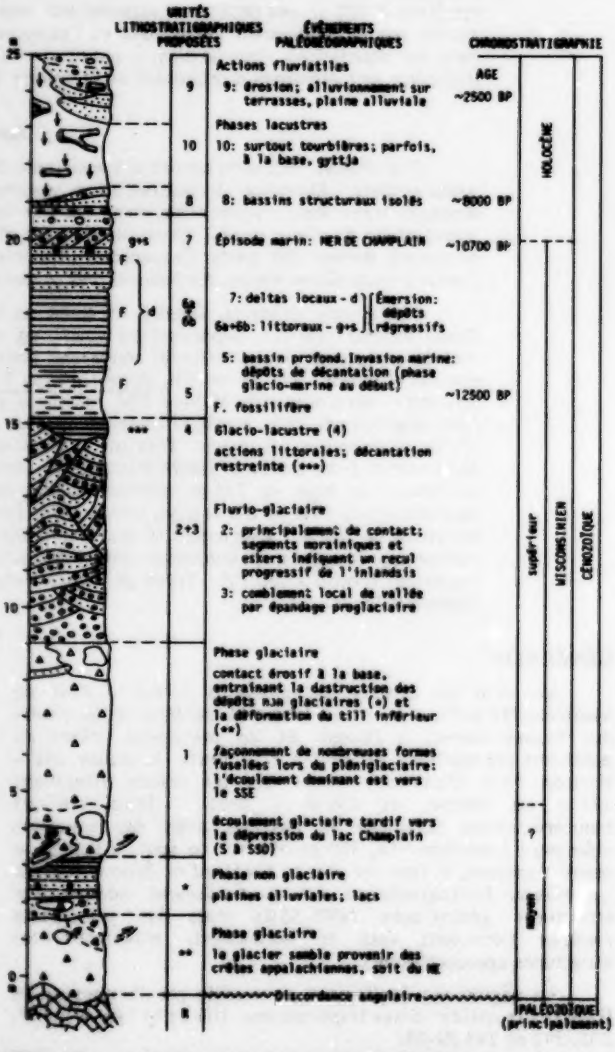


Figure 2. *Lithostratigraphie, paléogéographie et chronostratigraphie de la séquence quaternaire de Granby.*

ensembles de roches érodées par la glace (fig. 1). À sa base, localement, un faciès plus argileux que le till de fond "normal" peut être identifié (site 84.10): il contient des lentilles bréchiques, originant des dépôts non glaciaires sousjacents, et des amas de gros blocs de 2 à 3 m de longueur; ceux-ci montrent des faces non polies, prouvant leur origine locale, et ont une orientation préférentielle NNW-SSE. Le faciès till d'ablation est rarement identifié; lorsqu'il existe on le reconnaît à sa texture plus grossière (70% d'arénites et 8% de lutites), associée à des blocs de 0,5 à 1,5 m de diamètre. Dans la zone ouest du territoire on a relevé la présence de déformations faisant alterner des lentilles de sables et de till fossilifères: des **Balanus crenatus** et **sp** ont été incorporés au till par les glaces printanières, sur les hauts fonds, lors de l'exondation marine (voir au site 84.10, la datation QC-473; Prichonnet, 1982a). Ce till forme une couverture peut épaisse (1 à 3 m), mais il peut atteindre 10 à 15 m entre les crêtes structurales. Par ailleurs une centaine de trainées et de drumlins, de petites dimensions (100 à 650 m), ont été cartographiées dans la moitié est de la carte (fig. 3).

L'étude sédimentologique de ce till supérieur révèle des changements de direction d'écoulement glaciaire lors de sa mise en place (Prichonnet, 1982a): les mouvements les plus importants se sont effectués en direction sud-est (site AD 98; 275.2; voir les diagrammes sur la carte en pochette); on attribue, en particulier, une phase de construction de formes fuselées de till (voir les diagrammes sur la carte en pochette, la fig. 3 et l'annexe) au pléniglaciaire; les écoulements tardifs, vers le sud et sud-sud-ouest furent influencés par une chenalisation des glaciers en direction du lac Champlain (Prichonnet, 1977 et 1982a): ce changement progressif d'écoulement est bien mis en évidence par quelques analyses (84.10X et 84.10.1; 275.2 et 275.1; 251.1; 575; voir les diagrammes sur la carte en pochette).

Les évènements paléogéographiques, contemporains ou postérieurs à la déglaciation, s'étendent sur la fin du Pléistocène (Wisconsinien supérieur tardif) et l'Holocène. Ils sont enregistrés dans des accumulations sédimentaires parfois importantes: sables et graviers fluvioglaciaires; graviers, sables et silts marins fossilifères (mer de Champlain); dépôts organiques; silts et sables alluviaux. L'érosion fluviatile est encore active localement; les lits des rivières coulent parfois sur le roc.

Les dépôts fluvioglaciaires (2% des surfaces) accompagnent la phase de déglaciation, vers 13 000 et 12 500 BP. Ceux du secteur oriental, antérieurement attribués au complexe morainique du front des Hautes-Terres (Gadd, 1964 et Gadd et al., 1972) ont été cartographiés en détail (voir aussi Doiron, 1981): ils peuvent être expliqués par un retrait glaciaire progressif, ou par petites étapes diachroniques. La corrélation des fronts glaciaires d'une vallée à une autre est très difficile; elle serait encore plus imprudente sur de longues distances (Prichonnet et al., 1982; Prichonnet, 1984). D'autres formes, surtout des eskers, sont identifiées en divers endroits de la région, mais il n'a pas été possible d'identifier un dépôt qui pourrait être relié au concept de la moraine de Drummondville (Gadd, 1964 et 1971; Prichonnet, 1982a et 1984).

Dans la moitié ouest de la région, sous la limite marine, que l'on propose de placer à 190 m, les crêtes d'eskers ont été fortement remaniées par la mer, lors de l'exondation. En fait, les actions sublittorales et littorales ont également laissé des traces nettes dans la partie orientale du territoire, puisque des champs de blocs, principalement d'origine glacielle, marque un niveau glaciolacustre minimal à 245 m.

Les divers dépôts champlainiens occupent environ 37% de la carte. Les eaux marines ont envahi profondément les vallées des Appalaches vers 12 500 BP (12 480 ± 240,

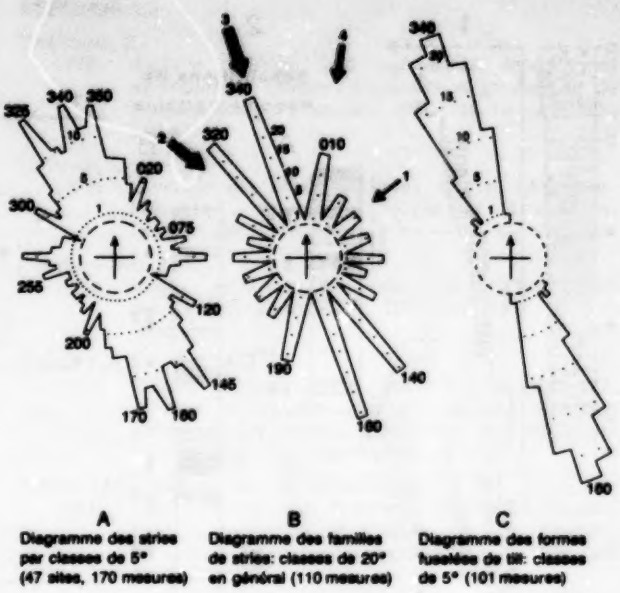


Figure 3. *Les stries glaciaires et les formes fuselées. Sur le diagramme B, les familles 1 à 4 sont symbolisées par ordre d'importance relative. Noter le parallélisme entre l'orientation des formes fuselées (C) et celle de la famille 3(B), attribuée au pléniglaciaire.*

QC-475, sur **Mya sp.**, en thantocénose, près de St-Dominique, carte de St-Hyacinthe; Prichonnet, 1980). Elles ne recouvraient probablement que la bordure ouest du territoire de Granby vers 9 600 BP (9 640 ± 160, I-8979, sur débris algaires près du mont St-Hilaire; Prichonnet, 1977). Quelques dates intermédiaires, nouvelles pour la région, sont indiquées sur la carte (sites 84.10, 303 et 325).

Les silts et silts argileux de décantation, gris à gris-verdâtres, occupent l'angle nord-ouest du territoire, là où commence, en fait, la "plaine argileuse" des Basses-Terres. Ces dépôts fins de décantation sont lessivés de leur carbonate en surface. Les sables "régressifs" constituent la plus importante sous unité des faciès marins (de l'ordre de 30%): ils contiennent jusqu'à 99% d'arénites et varient de grossiers à très fins, avec des modes principaux entre 0,6 et 0,2 mm. Des lits de minéraux lourds peuvent en souligner la stratification, peu marquée en surface dans la zone de pédogénèse. Pour 60 coupes mesurées, l'épaisseur moyenne s'établit à 1,15 m. Leur épaisseur augmente nettement autour du mont Yamaska (3 à 4 m) et dans quelques flèches et cordons littoraux. Leur contact avec l'unité sous-jacente (n° 5) peut-être progressif ou franc. À 1 m de profondeur, ces sables peuvent contenir 1,5% de carbonates. Il est difficile d'établir l'altitude relative maximale atteinte par la mer. Cette question fut abordée dès 1899 par Chalmers. L'altitude de 190 m a été proposée, comme coupure entre les littoraux glaciolacustres et marins (Prichonnet, 1982a): elle marquerait une augmentation des indices de remaniement autour des collines montérégiennes et des crêtes appalachiennes. La séquence des dépôts marins montre un granoclassement vertical inverse (voir coupe topographique 2 sur la carte en pochette), caractéristique d'un milieu en voie d'exondation. Deux petits deltas sableux se sont mis en place, à Bromont et vers Savage Mills. Celui de Bromont (site 303) a permis d'observer une séquence deltaïque intéressante: le caractère rythmé de "l'unité" prodeltaïque est définie par l'alternance de sables et silts très fossilifères

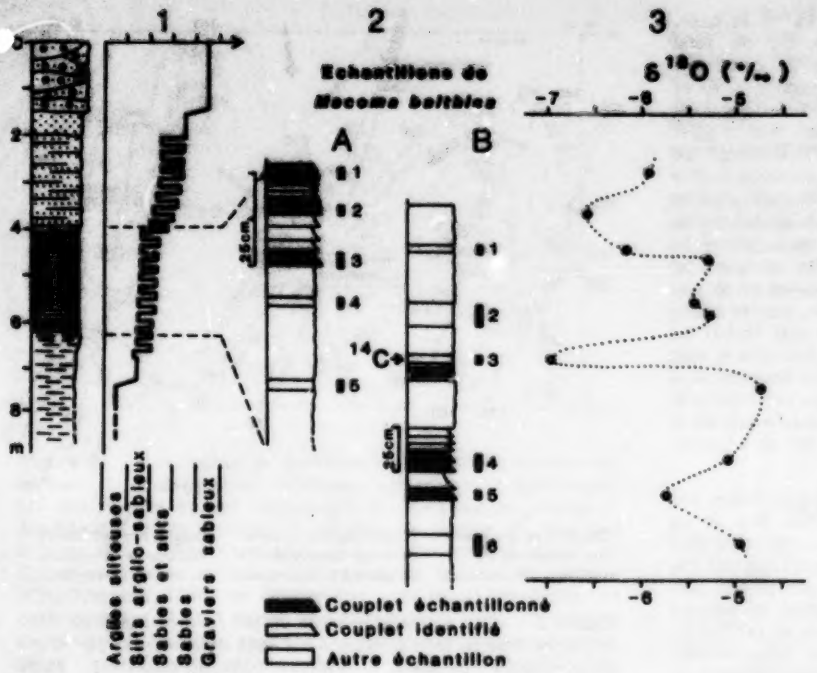


Figure 4.

Séquence deltaïque régressive de Bromont (site 303):
1 – Analyse séquentielle;
2 – "Unité" prodeltaïque très fossilifère;
A et B: séries d'échantillons de Macoma;
3 – Courbe de δPDP18O: A1 (-5,70); A2 (-6,33); A3 (-5,06); A4 (-5,18); A5 (-4,47); B1 (-5,91); B2 (-5,06); B3 (-6,73); B4 (-4,81); B5 (-5,59); B6 (-4,69).
PDB as indicated

à **Macoma balthica** (Linné) (fig. 4). **Portlandia arctica** (Gray) a été observée dans les silts de la base. **Hiatella arctica** (Linné) et **Mytilus edulis** (Linné) sont également présents occasionnellement. Les fossiles en thanatocénoses, recueillies dans cette coupe (fig. 4.2), furent probablement mis en place par des courants de turbidité, causés par la décharge des eaux construisant le delta. Les observations de terrain illustre bien le caractère régressif de la séquence totale, tandis que quelques données de géochimie isotopique (fig. 4.3) confirme que les eaux s'appauvrissaient en isotopes lourds, preuve d'une diminution progressive de la salinité (Hillaire-Marcel, 1981). L'allure générale des variations du $\delta^{18}O$ illustre des tendances cycliques à la dessalure, mais qui vont en s'accentuant avec l'avancée du front deltaïque: le phénomène est décelable, ici, en quelques dizaines d'années. On doit noter, également, que des fossiles marins ont été identifiés jusqu'à plus de 150 m d'altitude, à 3 km en amont de ce site, dans la même terrasse deltaïque. La date de 11 160 ± 105 BP, obtenue sur un niveau de **Macoma** (fig. 4.2), est un repère intéressant pour la paléogéographie régionale: elle marque en effet un stade avancée de l'exondation marine, et confirme ainsi une invasion précoce par la mer de Champlain du piedmont appalachien. Les plus belles flèches littorales se trouvent sur le versant sud-est du mont Yamaska. Des centaines de cordons littoraux sont identifiés: graveleux sur les pentes de till; sableux dans les zones de transition vers la plaine. Sauf près de la surface, où ils sont généralement décarbonatés, les sédiments grossiers (rudites et arénites) contiennent de grandes quantités de coquilles marines: **Balanus crenatus** Brugnière et **sp.**; **Hiatella arctica** (Linné); **Macoma balthica** (Linné); **Mytilus edulis** (Linné); **Mya arenaria** (Linné).

Quelques espèces sont plus rares: **Macoma calcarea** (Gmelin), **Portlandia arctica** (Gray), **Balanus hameri** (Ascanius), **Mya pseudoarenaria** Schlesch, **Cyclichna alba** Brown. Les microfossiles, surtout **Protelphidium orbiculare** (Brady), peuvent être abondants.

L'émersion des crêtes basses, dans la zone ouest du territoire, se fit vers 10 400 BP (voir discussion in Prichonnet, 1982a, p. 232; site 84.10). C'est le début d'une phase lacustre, au cours de laquelle des bassins vont s'isoler progressivement entre les crêtes appalachiennes: dans ces bassins structuraux, vont sédimenter des sables, des silts, des argiles, et quelques dépôts organiques de type gyttja. Puis d'importantes tourbières se formeront vers 8 000 BP (ibid.). Mais, en altitude, des lacs isolés pouvaient enregistrer depuis longtemps des accumulations organiques (11 400 ± 340 BP; Richard, 1978; sur Gyttja, au mont Shefford – I.8841).

L'érosion fluviatile a surtout été active à l'Holocène. Une petite plaine alluviale s'est développée à l'est de Farnham, le long de la rivière Yamaska Sud-Est: on peut l'associer à une certaine stabilité du niveau de base, elle-même liée au ralentissement, voire à l'inversion, du relèvement isostatique. Les principales rivières sont encaissées, parfois jusqu'au roc: au maximum 3 talus d'érosion sont identifiables. L'alluvionnement a parfois fossilisé des lentilles de dépôts organiques: bois daté à 2 510 ±90 BP (UQ-342); près d'Emileville (Prichonnet, 1982a; UQ-342; site 284).

CORRÉLATIONS STRATIGRAPHIQUES RÉGIONALES

Le fait intéressant, sur le plan stratigraphique, est la présence d'un till inférieur, dit till de l'Ange Gardien (Prichonnet, 1982a), par exemple au site 84.10 (carte et fig. 2). Ce site étant situé à 40 km de Montréal, nous avons privilégié une corrélation de la séquence locale, (ibid, op. cit.) avec celles décrites par Prest et Hode-Keyser (1962, 1967) pour l'île de Montréal, et par MacClintock et Stewart (1965), dans le nord de l'état de New-York. Le complexe inter-till (région de Montréal et limites Ontario-New-York) pouvant se corréler (Prest et Hode-Keyser, 1977) avec la formation de Thorncliffe (Karrow, 1967), la région de Granby semble donc avoir enregistré au moins un recul glaciaire au Wisconsinien moyen (voir aussi, Prichonnet, 1982b). LaSalle (1981) a également identifié des dépôts non-glaciaires, dont des varves, sous-jacents au till supérieur, entre la présente région et Montréal.

(ex. site 252) précède la conventionnelle phase marine (Gadd, 1971), qui a occupé le sud-ouest du Québec entre environ 12 500 BP et 10 000 à 9 500 BP. La séquence sédimentaire équivalente ainsi que celle de l'Holocène sont considérées comme normales (fig. 2).

GÉOLOGIE ÉCONOMIQUE

Les calcaires ordoviciens sont exploités à l'Ange Gardien et les grès de Granby au sud de cette ville; enfin, une autre carrière est ouverte sur la pente nord du mont Brome.

Le till supérieur (unité 1) a été utilisé comme matériaux de base pour la construction des digues du nouveau réservoir Choinières, près de Granby. La cartographie d'une centaine de formes fuselées, dans la partie est de la carte, permet d'identifier des sites, où les réserves sont accessibles et relativement abondantes.

Les dépôts fluvioglaciaires (unités 2 et 3) furent abondamment exploités pour les travaux de l'autoroute 10 (dite des Cantons de l'Est), qui traverse toute la région d'ouest en est. Un peu partout, on exploite des eskers, des amas fluvioglaciaires, des flèches ou des terrasses littorales (unités 4, 6 et 7) pour l'aménagement ou la construction locale.

L'activité agricole est développée sur l'ensemble du territoire, plus florissante sur les dépôts champlainiens (unités 5 et 6) et sur les alluvions (unité 9), dans les secteurs de plaine ou très peu accidentés, que dans les zones de till (unité 1): toutefois, un peu partout, les élevages industriels (sans terre) sont installés à côté des cultures traditionnelles et des élevages basés sur les terres à pâturage. Les dépôts organiques (unité 10) ne sont qu'occasionnellement mis en culture, contrairement à ce qui se passe pour d'autres régions du sud-ouest du Québec.

Les monts Brome et Shefford présentent une physiographie adéquate au développement d'activités récréatives florissantes. Mais, en général, le relief est peu accidenté, et le développement domiciliaire ou de villégiature, unifamilial, s'étend largement dans les campagnes, le long d'un réseau routier assez dense.

La séquence décrite ici (fig. 2) constituerait la série la plus complète entre les Basses-Terres et les Appalaches. Les corrélations avec les séries établies par McDonald (1967), McDonald et Shilts (1971) et Chauvin (1979) dans les Appalaches du Québec, ou par Stewart et MacClintock (1969) dans les Appalaches du Vermont, ne sont pas aisées: tous ces travaux ont montré l'existence de 3 tills. L'hypothèse proposée est de corréler le till de l'Ange Gardien avec le till de la Chaudière, et le till B du Vermont, le point commun étant le mouvement glaciaire du nord-est vers le sud-ouest. À l'ouest de la région, on aurait comme équivalent le till de Malone (MacClintock et Stewart, 1965).

On ne propose pas de nom pour le till supérieur puisque cette région se trouve entre la région du till de Gentilly vers le nord (Gadd, 1971; voir aussi Occhietti, 1980), et celle du till de Fort Covington vers l'ouest (MacClintock et Stewart, 1965). Une brève période glaciolacustre

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent aux personnes suivantes: assistants de terrain: Marc Cloutier et Claude Marcotte; assistante de laboratoire: Odette Mercier; dessin: collaboration de Michelle Laithier; lecteurs: MM. R. Fulton, A. Heginbottom, D.A. St-Onge et J.S. Vincent; datations et analyses géochimiques: MM. Claude Hillaire-Marcel, P. Pagé et le personnel du Geotop.

RÉFÉRENCES

Chalmers, R.
1899: Surface geology and auriferous deposits of southeastern Quebec; Commission géologique du Canada, Rapport annuel, 1897, vol. 10, partie J., 160 p.

Chauvin, L.
1979: Géologie des dépôts meubles, région d'Asbestos-Disraeli; ministère Énergie et Ressources, Québec, DPB-176, 13 p.

Charbonneau, J.M.
1980: Région de Sutton (W); ministère de l'Énergie et des Ressources, DGRGM, DPV-681, 89 p., 1 carte annexée.

Clark, T.H.
1977: Région de Granby (W); rapport géologique 177, service de l'exploration géologique, direction générale des mines, ministère des Richesses Naturelles, 109 p., carte 1869, 1:63,360.

Cooke, H.C., Eakins, P.R., et Tiphane, M.
1962: Shefford map-area, Shefford and Brome Counties, Eastern townships of Québec, M.R.N. Québec; service de la documentation technique, DPV 187, 145 p.

Doiron, A.
1980: Les dépôts quaternaires de la région de Granby-Waterloo, Québec; cartographie, sédimentologie et stratigraphie; thèse de M.Sc. non publiée, Département des Sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal, 100 p., 1 carte et 1 figure annexées.

Gadd, N.R.
1964: Moraines in the Appalachian region of Quebec; Short notes; Geological Society of America Bulletin, v. 75, p. 1249-1254, 1 fig.

1971: Pleistocene geology of the central St-Lawrence Lowland; Commission géologique du Canada, Mémoire 359, 153 p.

Gadd, N.R., McDonald, B.C., et Shilts, W.W.
1972: Deglaciation of southern Quebec; Commission géologique du Canada, Étude 71-47, 19 p.

Hillaire-Marcel, C.
1981: Paléo-océanographie isotopique des mers post-glaciaires du Québec; Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, vol. 35, p. 63-119.

Karrow, P.
1967: Pleistocene geology of Scarborough area; Ontario Department of Mines, Geological Report 46, 108 p.

Lamothe, M., Hillaire-Marcel, P., et Pagé, P.
1983: Découvertes de concrétions calcaires situées dans le Till de Gentilly, basses-terres du Saint-Laurent, Québec; Journal Canadien des Sciences de la Terre, vol. 20, nº 3, p. 300-305.

Lasalle, P.
1981: Géologie des dépôts meubles de la région de Saint-Jean/Lachine, M.E.R., Direction générale de l'exploration géologique, rapport préliminaire DPV-780, 13 p., 2 cartes annexées 1:50,000.

MacClintock, P. et Stewart, D.P.
1965: Pleistocene geology of the St-Lawrence Lowland; New York State Museum and Science Services, University of the State of New York, The State Education Department, Bulletin 394, 152 p.

McDonald, B.C.
1967: Géologie des dépôts meubles: Sherbrooke, Orford, Memphrémagog, Québec; Commission géologique du Canada, carte 5-1966 (1:63,360).

McDonald, B.C. et Shilts, W.W.
1971: Quaternary stratigraphy and events in southeastern Quebec; Geological Society of America Bulletin, vol. 82, p. 683-698.

Occhietti, S.
1980: Le quaternaire de la région de Trois-Rivières-Shawinigan, Québec; contribution à la paléogéographie de la vallée moyenne du St-Laurent et corrélations stratigraphiques, PaléoQuébec, vol. 10, 227 p.

Prest, V.K. et Hode Keyser, J.
1962: Géologie des dépôts meubles et sols de la région de Montréal, Québec; Cité de Montréal, service des travaux publics, 35 p. (Surficial Geology and Soils – Montreal Area).

1977: Geology of engineering characteristics of surficial deposits; Montreal Island and vicinity, Quebec; Commission géologique du Canada, Étude 75-27, 29 p.

Prichonnet, G.
1977: La déglaciation de la vallée du St-Laurent et l'invasion marine contemporaine; Géographie Physique et Quaternaire, 1977, vol. XXXI, nº 3-4, p. 323-345.

1980: La mer de Champlain et les lacs proglaciaires au Wisconsinien supérieur dans le piedmont appalachien (Québec); Annales, Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences, vol. 47, nº 1, p. 113.

1982a: Quelques données nouvelles sur les dépôts quaternaires du Wisconsinien et de l'Holocène, dans le piedmont appalachien; Granby 31 H/7, Québec; Recherches en cours, partie B; Commission géologique du Canada, Étude 82-1B, p. 225-238.

1982b: Résultats préliminaires sur la géologie quaternaire de la région de Cowansville (31 H/2), Québec; Scientific and Technical Notes in Current Research Part B, Commission géologique du Canada, Étude 82-1B, p. 297-300.

1984: Réévaluation des systèmes morainiques du sud du Québec (Wisconsinien supérieur); Commission géologique du Canada, Étude 83-29.

Prichonnet, G., Doiron, A., et Cloutier, M.
1982: Le mode de retrait glaciaire tardiwisconsinien de la bordure appalachienne, au sud du Québec; Géographie Physique et Quaternaire, vol. XXXVI, nº 1-2, p. 125-137.

Richard, P.
1978: Histoire tardiglaciaire et post-glaciaire de la végétation au mont Shefford, Québec; Géographie Physique et Quaternaire, vol. XXXII, nº 1, p. 81-93.

Stewart, D.P. et MacClintock, P.
1969: The surficial geology and Pleistocene history of Vermont; Vermont Geological Survey Department of Water Resources, Bulletin 31, 251 p.

Annexe

LES MARQUES D'ÉROSION GLACIAIRE (stries et sillons)

Les numéros des sites apparaissent en rouge sur la carte. Les valeurs soulignées indiquent l'azimut vers lequel la glace s'écoulait: ce sens d'écoulement (ou polarité) a été déterminée grâce à la présence de 'queues de rat' (à partir de minéraux ou nodules rocheux plus résistants), et, parfois, en considérant la configuration de l'affleurement rocheux (roches moutonnées principalement). Une famille désigne un grande nombre de mesures identiques ou très proches, tandis qu'un réseau désigne quelques mesures (voir aussi fig. 3). Sauf indication contraire, les stries sont les marques dominantes.

LA HIÉRARCHIE PROPOSÉE POUR CHAQUE SITE NE DOIT PAS ÊTRE CONFONDUE AVEC LA HIÉRARCHIE FINALE RETENUE (texte et fig. 3).

3	1) 300-120 2) 320-140 3) 343-163 Polarité SE probable – Réseau 2 dominant, recoupe (?) 1.
4	338-158
13	1) 325-145 2) 352-172 Réseau 2 recoupe (?) 1.
33	010-190
64	000-180, 015-195 Polarités S et SSW probables
84-10	320-140, 326-146, 332-152, 338-158, 340-160, 350-170, 354-174, 007-187, 008-188, 009-189, 010-190, 012-192, 015-195, 024-204, 028-208. Polarités: SE et SW; Mouvements vers le SSW plus récents que ceux vers le secteur SE. Mouvement NW-SE le plus ancien.
105	1) 322-142 2) 345-165, 350-170: Stries et sillons 3) 030-210 Famille 3 recoupe les autres.

133 1) 324-144, 335-155 2) 094-274, 095-275 (têtes de clous)
Polarité SE pour 1 probable. Réseau 2, fin. recoupe 1.

134 004-184, 018-198.
Polarités S et SSW probables

159. 4 ou 5 familles probables
1) 314-134, 316-136 2) 350-170 3) 006-186, 010-190, 020-200, 022-202, 024-204, 032-212, 033-213, 040-220 4) 058-238 5) 277-097, 280-100, 286-106, 288-108
La famille 3 est très dominante: nombreux sillons. Polarité SSW.
La famille 5 est complexe: des marques sont très anciennes, d'autres recoupent la 2 (érosions glacielles non exclues). Dans la famille 3 les recoupements montrent un rajeunissement dans le sens 006 à 040.

215 1) 300-120 2) Sillons: 337-157, 339-159 2) Stries: 346-166, 350-170, 359-179.
Polarité générale SE et S probable.

217 325-145.
Polarité SE

218 350-170, 002-182

219 1) 333-153, 334-154, 340-160 2) 345-165, 350-170 3) 065-245, 074-254.
Sillons et stries
Les plus beaux sillons (340-160) sont recoupés par la famille 2 sur la pente E de la roche.

222 Famille 314 à 330-134 à 150

245 325-145

254 320-140

255 310-130

256 340-160

288 1) 350-170 2) 073-253.
Le sillon 1 est localisé sur le rebord E de la roche moutonnée: polarité SE probable.

289 1) 315-135: sillons et stries. 2) 352-172, 357-177: sillons et stries. 3) 270-090, 279-099, 281-101: stries.
Polarités SE et S probables. Famille 3 recoupe famille 2.

290 350-170: sillon.
Polarité S probable.

291 345-165: stries. 356-176: sillon.

292 Famille 317 à 325-137 à 145.

304 316-136, 320-140, 325-145: Polarité SE probable.

308 1) 323-143, 325-145, 328-148: sillons et stries en grand nombre. 2) 340-160
3) 006-196 4) 275-095 5) 290-110, 300-120.
Polarités SE et S probables. Famille 1 recoupée par réseau 3. Réseau 4, léger et plus récent.

309 1) 325-145, 332-152 2) 261-081, 265-085, 272-092, 284-104, 293-113
Famille 1 dominante. Famille 2 plus jeune ?

312 002-192, 037-217

329 1) 303-123, 306-126 2) 324-144, 331-151: stries et sillons. 3) 349-169: sillon
4) 007-187, 012-192, 020-200, 035-215 5) 080-260, 092-272 6) 286-106.

331 1) 300-120, 308-128, 310-130: nombreux sillons. 2) 350-170, 003-183: stries.
Polarités SE et S probables.

333 Famille 324 à 344-144 à 164. Polarité SE probable.

336 328-148, 340-160

341 1) 000-180: sur une paroi inclinée vers l'E. 2) 017-197, 020-200 3) 060-240, 072-252, 076-256, 077-257, 086-266.

343 1) 345-165 2) 018 à 023-198 à 203.

347 335-155
Polarité SE probable.

348 1) 302-122, 314-134 2) 335-155, 337-157 3) 358-178, 006-186 4) 022-202
5) 043-223, 048-228 6) 086-266, 090-270, 091-271, 092-272
Famille 2 recoupée par réseau 4. Familles 3 et 5 sont dominantes selon les zones d'observation.

349 — Site a: 1) 330-150, 333-153, 338-158 2) 356-176, 358-178 3) 090-270: stries fines. Famille 2 dominante.
Site b: 1) 309-129 2) 336-156, 344-164
Les deux réseaux sont bien marqués
Site c: 000-180: réseau très marqué
Conclusion: 4 familles: NW-SE; NNW-SSE; N-S; E-W

350 — 1) Famille (?) 324 à 353-144 à 173 2) 267-087, 268-088

351 — Site "a" nord de l'autoroute: 1) 298-118, 300-120 2) 073-253
Site "b" sud de l'autoroute: 1) 300-120 2) 320-140, 326-146 (assez effacées) 3) 336-156, 340-160, 342-162, 344-164, 349-169, 352-172 4) 001-181 5) 046 à 058-226 à 238 6) 090-270, 093-273, 103-283
Conclusion: famille 1 effacée et recoupée par famille NNW-SSE qui est la plus importante. Famille NE-SW bien marquée. Réseau E-W léger.

352 — 1) 301-121, 311-131 2) 321-141 3) 056-236 4) 088-268.
Réseau 1 effacé par 2. Réseau 3 sur versant E de l'affleurement.

352 — 1) 324 à 330-144 à 150 2) 084-264, 093-273, 098-278 3) 340-160. Famille 1 recoupée par 2.

354 — 1) 320 à 325-140 à 145 2) 335-155, 343-163
Famille 1 est bien développée sur le versant W de l'affleurement, vers le bas de la pente.

356 — 1) 306-126, 316-136 2) 320 à 330-140 à 150, 333-153 3) 343-163 4) 354-174 5) 016-196 6) 082 à 092-262 à 272 (têtes de clous). Réseau 3 recoupe 2.
Conclusion: 5 familles probables: NW-SE; NNW-SSE; N-S; NNE-SSW; E-W.

357 — 1) 338 à 348-158 à 164: sur pente vers le NW 2) 058-238 sur pente vers le SE
L'ensemble est sur un grand versant rocheux incliné vers le SE.

526 — 036-216, 044-224, 050-230

528 — Site a: 318-138
Site b: 1) 345-165: sillons; 2) famille 006 à 015-186 à 195: stries et sillons

545 — 1) 318-138: stries et sillon 2) 350-170, 358-178 3) 072-252: traces côté S de la roche moutonnée. Polarités SE et S probables pour familles 1 et 2.

720 — 1) 300-120 2) 320 à 325-140 à 145 3) 340 à 350-160 à 170 4) 270 à 280-090 à 100 5) 060 à 075-240 à 255: sur pente ESE des roches moutonnées. Pour 3 familles, on a établi l'ordre suivant: 2, 3, 4. La "famille" 5 semble correspondre à un façonnement antérieur à tous les autres mouvements, d'après les troncatures des roches moutonnées.

Quelques-uns des sites observés avec André Doiron (A.D....): cf. Doiron, 1981.

721 (AD 115) — 1) 338-158, 340-160, 342-162: stries et sillons; 2) 000-180 3) Famille 270 à 282-090 à 102; 289-109

722 (AD 221) — 1) Famille 330 à 337-150 à 157

723 (AD 104) — 1) Famille 316 à 328-136 à 148
2) Famille 297-117, 305-125, 309-129
3) Famille 008 à 025-198 à 205
4) Réseau 086-226, 093-273

Quelques-uns des sites relevés par André Doiron (1981)

800 (AD 42) — Famille 302 à 340-122 à 140

801 (AD 60) — 1) 311-121: rares; 2) famille 330 à 336-150 à 156: abondantes; 3) 001-181

802 (AD 134) — 1) Famille 320 à 324-140 à 144: abondantes; 333-153; 2) 006-186

803 (AD 197) — 276-096: rares

804 (AD 203) — 1) 340-160; 2) 067-247: abondantes; 086-266

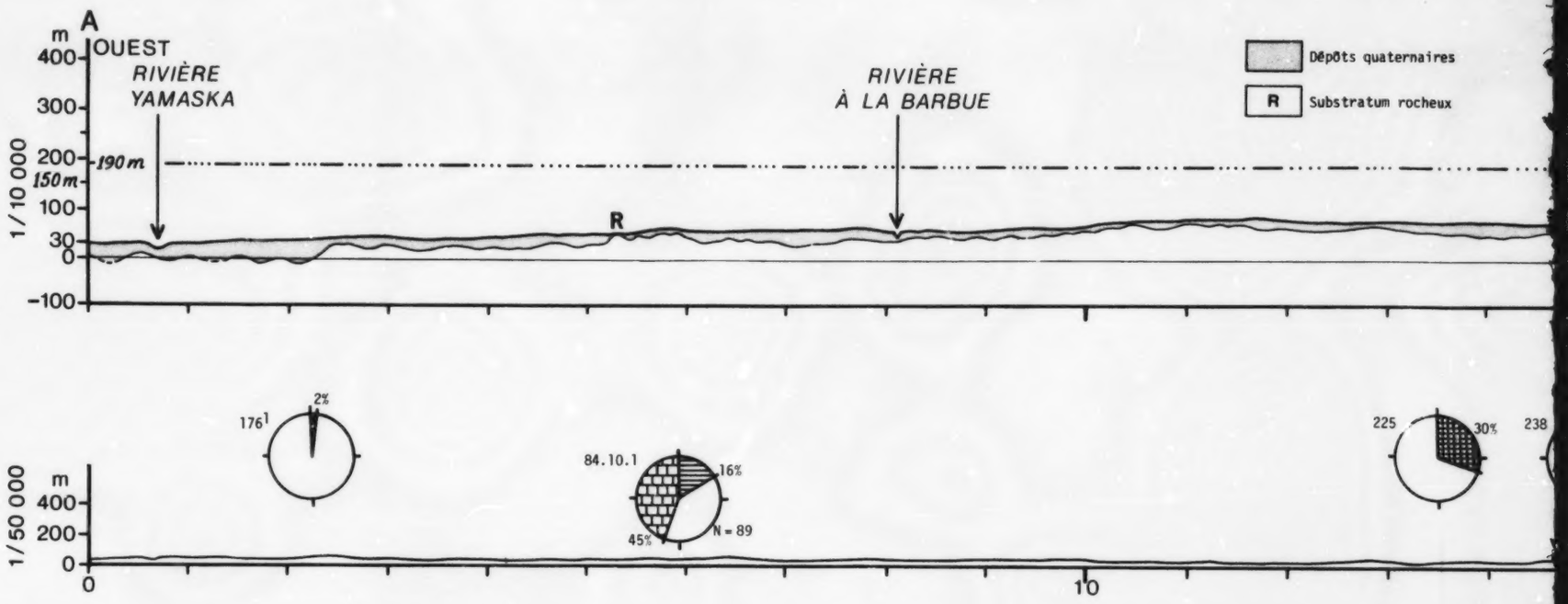
805 (AD 212) — 1) Famille 276 à 296-096 à 116
2) Famille 336 à 360-136 à 180

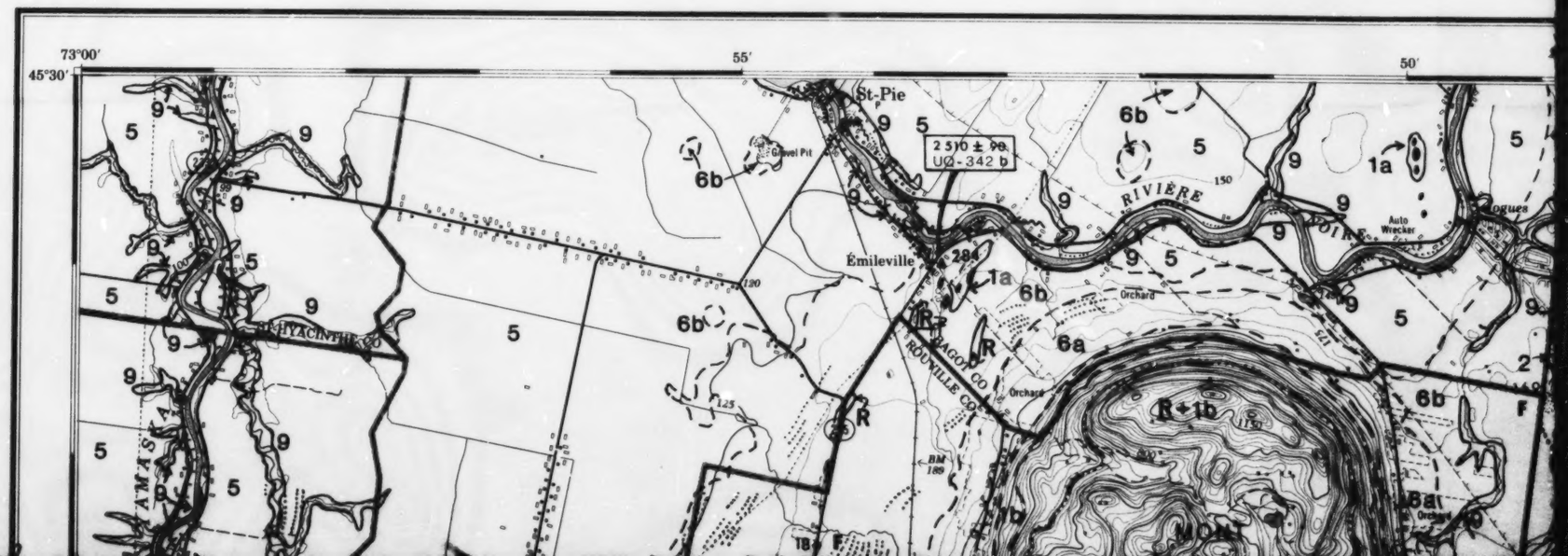
806 (AD 219) — 330-150

807 (AD 225) — 002-182, 007-187

808 (AD 290) — 334-154

809 (AD 299) — 340-160





LÉGENDE

QUATERNAIRE

DÉPÔTS MEUBLES

ENVIRONNEMENT NON GLACIAIRE

HOLOCÈNE

DÉPÔTS ORGANIQUES: dépôts de tourbières et de marécages

10 Sédiments organiques: tourbe et sédiments organo-détritiques; épaisseur maximale connue par forage, 7 m

DÉPÔTS ALLUVIAUX: dépôts mis en place par les cours d'eau après exondation; principalement du sable et du silt sablonneux micacés; mal stratifiés avec débris organiques

9 Sédiments de plaine alluviale: sable et silt sur les terrasses anciennes; gravier et blocs sur les basses terrasses; colluvion argileux dans les ravins étroits de la plaine; bourrelets d'accrétion, levées naturelles, chenaux d'érosion; épaisseur maximale 2 m

DÉPÔTS LACUSTRES: sédiments mis en place dans ou à la marge de lacs et d'étangs

8 Sédiments lacustres: sable et silt faiblement argileux; granoclassement inverse; épaisseur maximale de 1 m

ENVIRONNEMENT MARIN

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES

Dépôts quaternaires

R Substratum rocheux

RIVIÈRE YAMASKA NORD

Limite marine suggérée: ~ 190m

Limite supérieure des macrofossiles marins: ~ 145/150m

MONT SHEFFORD

225 30%

238 56%

275.2 9.5% 24% N = 105

Granulométrie

Fraction > 0.0625mm

Pétrographie

Flyschs et calcaires

Roches du Bouclier précambrien

Faciès du klippe de Granby

215.1 7% 1.5% N = 72

20 30 km

1/50 000

COUPES TOPOGRAPHIQUES

50' 45' 40' 35'

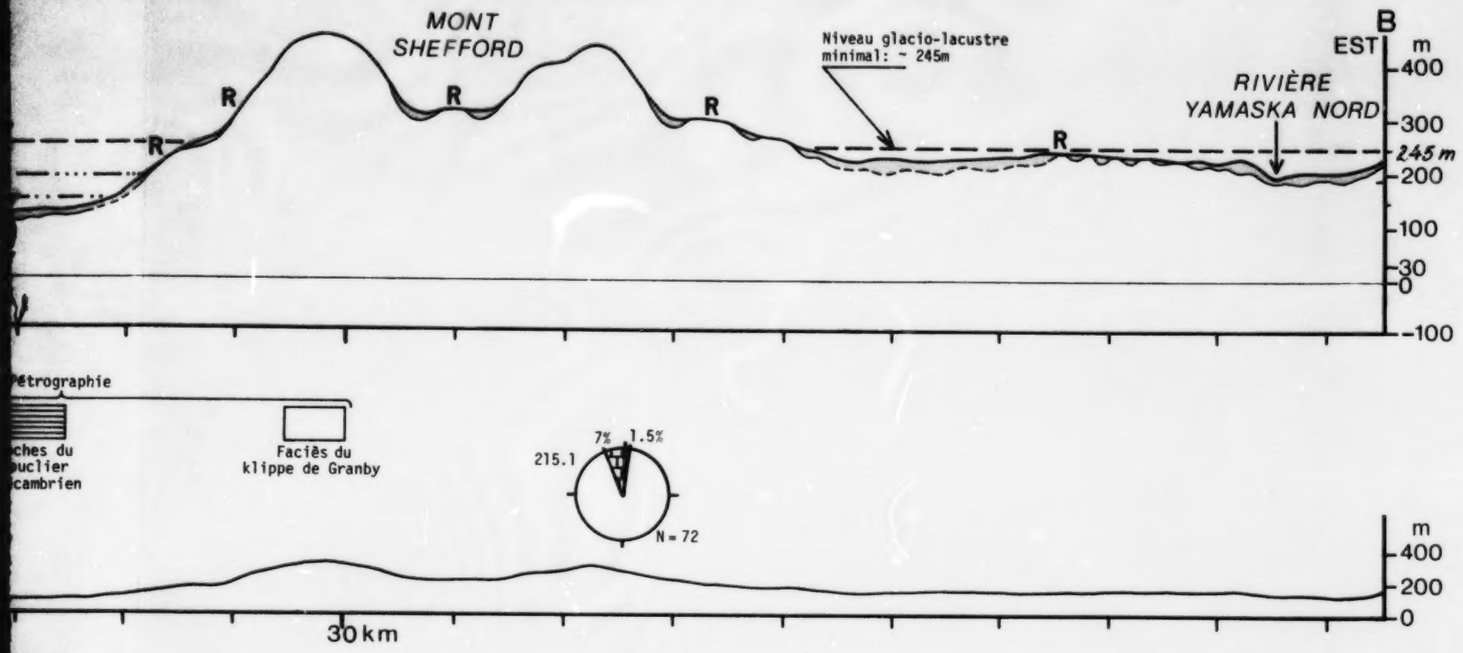
Milton East

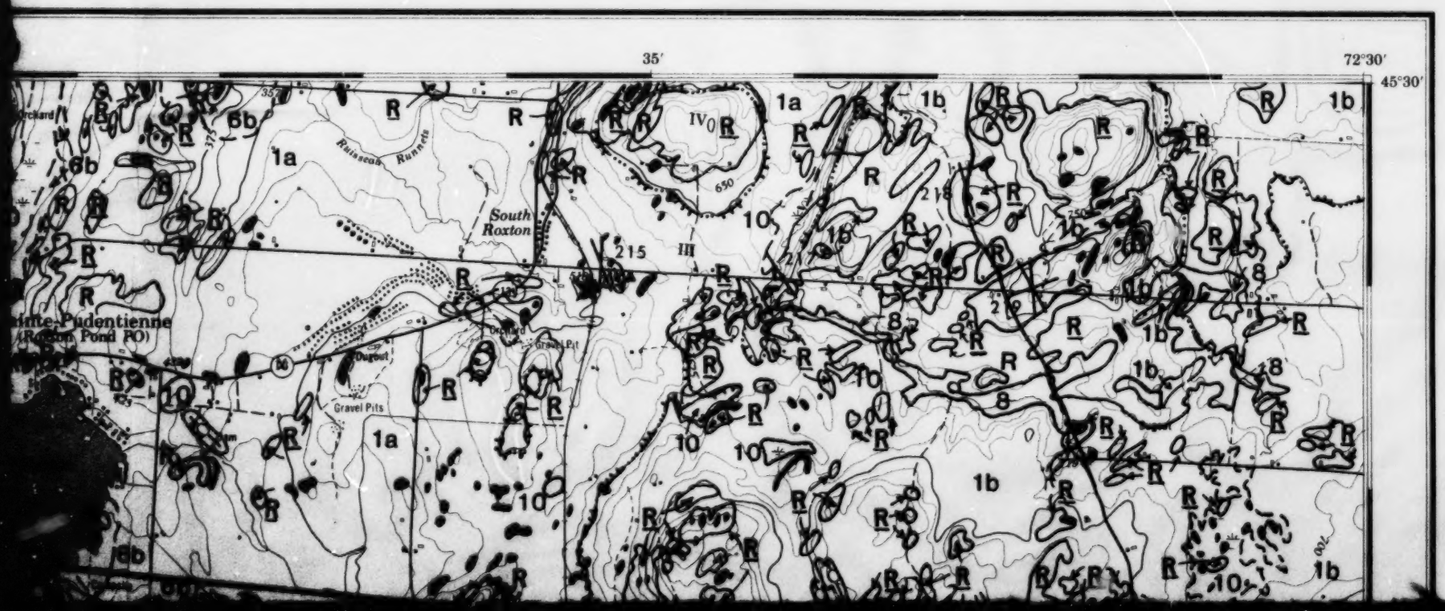
Ste-Cécile-de-Milton

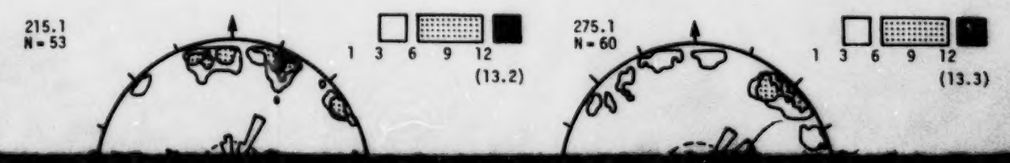
Sainte-Pudentienne (Roxton Pond PO)

South Roxton

MILTON TP


MONT
SHEFFORD
Niveau glacio-lacustre
minimal: ~ 245m
B
EST
m
400
300
245 m
200
100
30
0
-100
RIVIÈRE
YAMASKA NORD
R
Pétrographie
ches du
uclier
cambrien
Faciès du
klippe de Granby
215.1
7%
1.5%
N = 72
m
400
200
0
30 km


35'
72°30'
45°30'
1a
1b
6b
IV0
South
Roxton
215
III
Gravel Pits
Gravel Pit
Dugout
Raisesoak Runoffs
650
10
8


215.1
N = 53
1 3 6 9 12
(13.2)
275.1
N = 60
1 3 6 9 12
(13.3)

levées naturelles, chenaux d'érosion; épaisseur maximale 2 m

DÉPÔTS LACUSTRES: sédiments mis en place dans ou à la marge de lacs et d'étangs

8 Sédiments lacustres: sable et silt faiblement argileux; granoclassement inverse; épaisseur maximale de 1 m

ENVIRONNEMENT MARIN

WISCONSINIEN SUPÉRIEUR

DÉPÔTS MARINS: sédiments mis en place en milieux deltaïques, littoraux, sub-littoraux et d'eau plus profonde lors de la submersion par la mer de Champlain

7 Sédiments deltaïques: sable et silt à caractère rythmé à la base; gravier sableux en surface; jusqu'à 3,5 m d'épaisseur, fossilifères

6 Sédiments littoraux et sublittoraux:
6a, gravier stratifié ou à galets imbriqués à matrice sableuse; flèches et cordons littoraux; épaisseur de 1 à 10 m;
6b, sable grossier à très fin; plaines, flèches et cordons littoraux; épaisseur de 1 à 4 m

5 Sédiments d'eau profonde; silt et silt argileux massifs de décantation; gris à gris-vert; jusqu'à 26,5 m d'épaisseur

ENVIRONNEMENTS GLACIAIRE ET PROGLACIAIRE

DÉPÔTS GLACIOLACUSTRES: sédiments mis en place dans ou à la marge de lacs proglaciaires

4 Sédiments glaciolacustres: graviers et galets aplatis à matrice sablogravillonnaire; cordons littoraux; épaisseur de 1 à 2 m

DÉPÔTS FLUVIOGLACIAIRES: sédiments mis en place principalement par les eaux de fonte glaciaires

3 Sédiments d'épandage proglaciaire: sable graveleux stratifié; en surface, chenaux et kettles; épaisseur jusqu'à 10 m

2 Sédiments de contact glaciaire: gravier et sable sous forme d'eskers, de kames et de moraines frontales; localement, lentilles de diamicton de type coulée boueuse; surfaces remaniées sous la limite marine; épaisseur jusqu'à 30 m

DÉPÔTS MORAINIQUES: diamicton à matrice sableuse et silteuse; mis en place par un glacier

1 *Till*: 1a, till remanié par les vagues, graveleux à gravelo-sableux; jusqu'à 2 m d'épaisseur; 1b, till de fond principalement; traînées et drumlins surtout à l'est; épaisseur de 1 à 15 m

CAMBRIEN, ORDOVICIEN, CRÉTACÉ
SUBSTRATUM ROCHEUX

R Formations sédimentaires, métamorphiques et roches ignées non différenciées; R, recouvertes par de minces placages de till

Limite géologique (définie, approximative)

Stries et sillons d'érosion glaciaire, ordre chronologique relatif; sens d'écoulement connu (1,3), inconnu (2)

Traînée de till (petite, grande)

Drumlin

Crête mineure de till

Segment morainique dans les dépôts fluvioglaciaires

Kettle et dépression fermée ou semi-fermée

Esker

Kame (profil émoussé, versants abrupts, de petite dimension)

Talus d'érosion littorale dans des dépôts meubles:
- marine (majeur, mineur)
- glaciolacustre (majeur, mineur)

Affleurement de roc

Cordons littoraux ou levées naturelles; isolés ou en série:
- marin ou fluviatile (majeur, mineur)
- glaciolacustre

Champs de blocs d'origine littorale:
- marin
- glaciolacustre

Escarpement structural (net, estompé); ravivé par action littorale:
- marin

MONT YAMASKA

GRANBY

MILTON TP

GRANBY TP

Roxton Pond

Lac Boivin

Réservoir Choinières

Shefford Vale

SHEFFORD MOUNTAIN

Mawcook

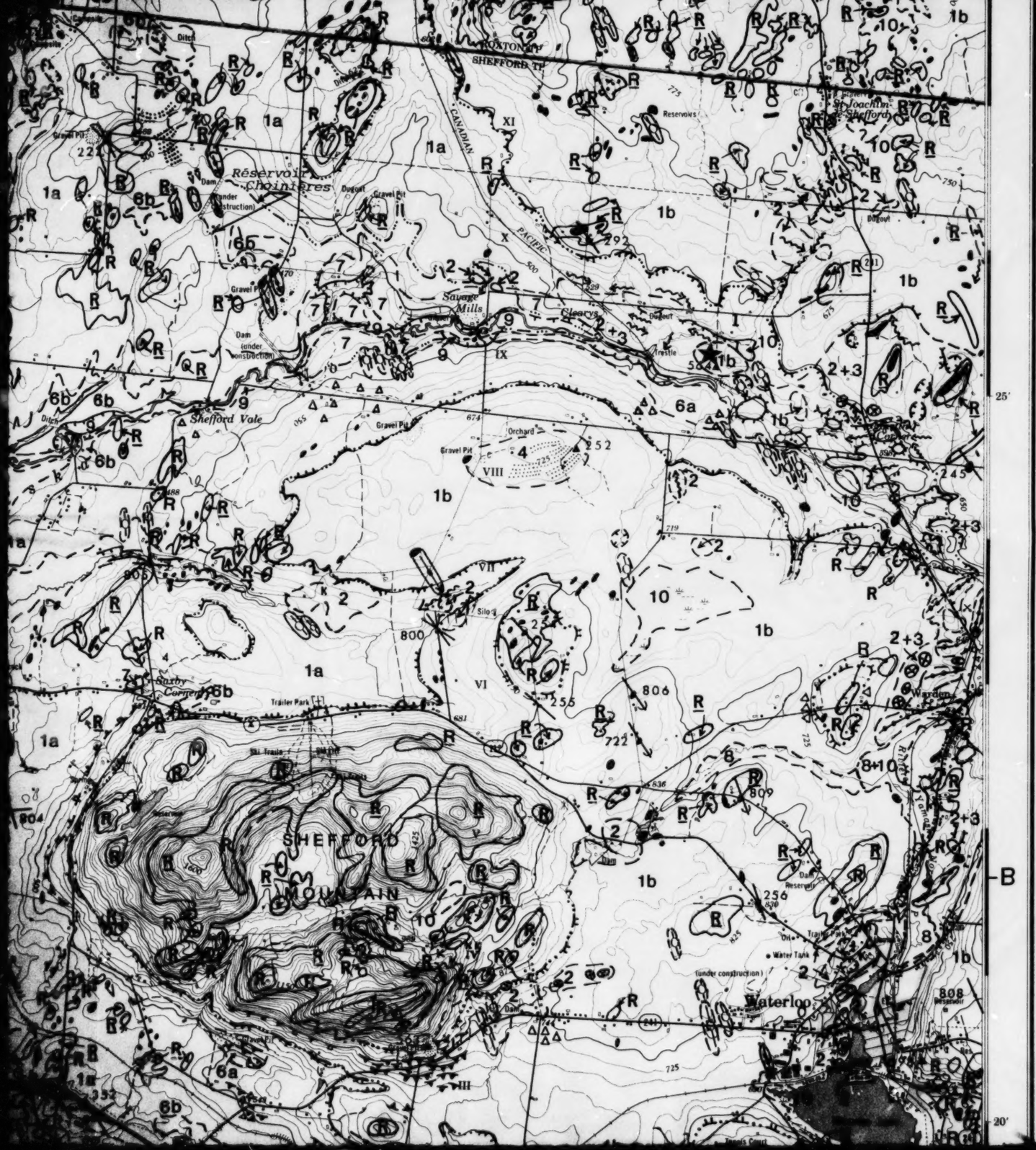
Rivière Yamaska

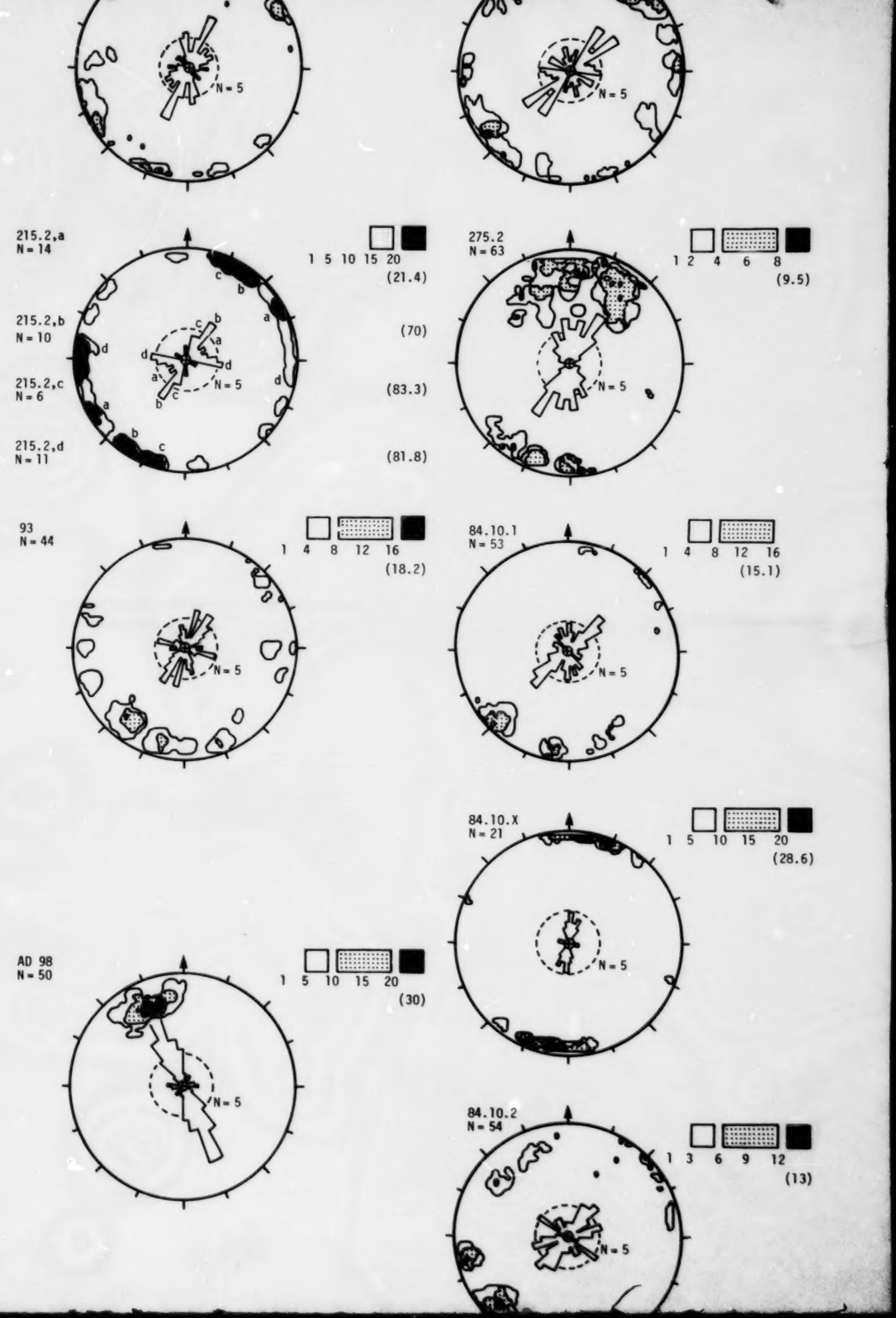
Granby Ouest Airfield

ROUVILLE CO

SHEFFORD CO

CANADIAN NATIONAL


Réservoir Choinières
Shefford Vale
SHEFFORD MOUNTAIN
Savage Mills
Cleary's
Waterloo
Granby Corners
Trailer Park
Ski Trails
Reservoirs
Dam (under construction)
Gravel Pit
Orchard
Water Tank
Silo
Warden
Trestle
Dugout
Ditch
CANADIAN PACIFIC
SHEFFORD TP
1a
1b
6a
6b
10
2+3
8+10
B


N = 5
215.2,a
N = 14
1 5 10 15 20
(21.4)
215.2,b
N = 10
(70)
215.2,c
N = 6
(83.3)
215.2,d
N = 11
(81.8)
275.2
N = 63
1 2 4 6 8
(9.5)
93
N = 44
1 4 8 12 16
(18.2)
84.10.1
N = 53
(15.1)
AD 98
N = 50
1 5 10 15 20
(30)
84.10.X
N = 21
1 5 10 15 20
(28.6)
84.10.2
N = 54
1 3 6 9 12
(13)

glaciolacustre

Flèche littorale

Talus de terrasse fluviale (net, estompé)

Ravinement

Chenaux d'érosion

Limite glaciolacustre minimale (~ 245 m)

Limite marine (~190 m)

Fossiles quaternaires marins ..... F

Carrière en activité

Gravière et sablière en activité

Datation au ^{14}C (c coquilles marines, b bois) ..... 11 160 ± 105

Points d'observation

marin ..... 46▲

glaciolacustre et fluvioglaciaire ..... 135▲

glaciaire ..... 215▲

coupe pour dépôts antérieurs à l'unité 1 ..... ★

Géologie par G. Prichonnet, 1978-81

Pour accompagner l'Étude 83-30 par G. Prichonnet

L'information thématique apparaissant sur cette carte est, en partie, reproduite directement de données fournies par l'auteur

La Commission géologique du Canada invite fortement les utilisateurs à lui communiquer toute révision ou information géologique supplémentaire

Le fond de la carte est à l'échelle de 1/50 000 publié par la Direction des levés et de la cartographie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources en 1970

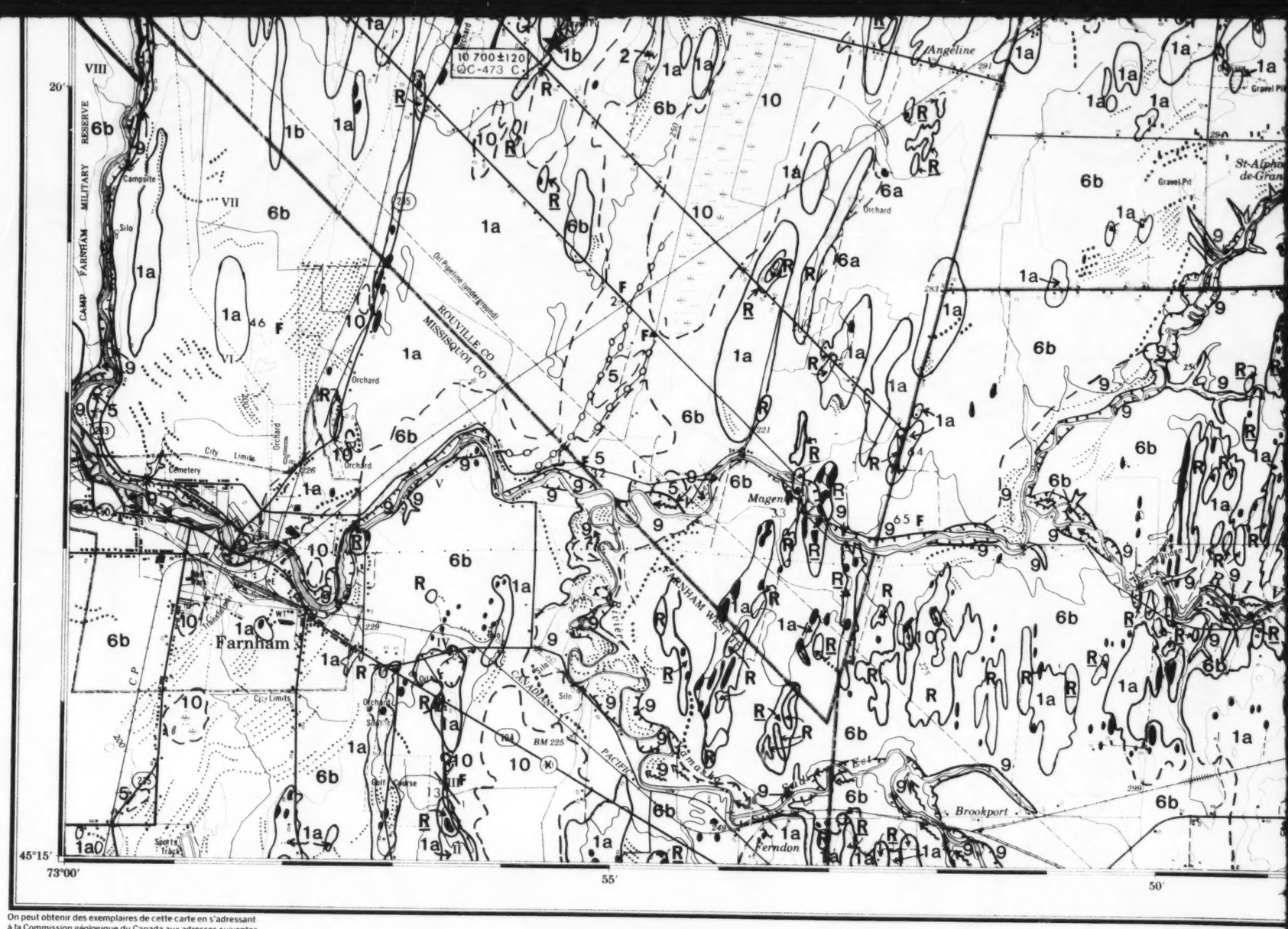
On peut obtenir des exemplaires de l'édition topographique de la présente feuille en s'adressant au Bureau des cartes du Canada, ministère de l'Énergie des Mines et des Ressources, Ottawa, Ontario, K1A-0E9

Déclinaison magnétique moyenne en 1984 16° 11.3' Ouest
variation annuelle croissante de 0.9'

Altitudes en pieds au-dessus du niveau moyen de la mer

Établie en 1966, par la Direction des levés et de la cartographie, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, d'après des photographies aériennes prises en 1964-65. Levés sur le terrain en 1964. Vérification des ouvrages en 1967. Imprimée en 1970

Notation bibliographique conseillée:
Prichonnet, G.
1984: Géologie des formations en surface, Granby, Québec; Commission géologique du Canada, Carte 4-1983, échelle 1/50 000



On peut obtenir des exemplaires de cette carte en s'adressant à la Commission géologique du Canada aux adresses suivantes:
601 rue Booth, Ottawa, Ontario K1A 0E8
3303 - 33rd Street, N.W., Calgary, Alberta T2L 2A7

LIEU DE LA CARTE

Canada

CARTE 4-1983

GÉOLOGIE DES FORMATIONS EN SURFACE

GRANBY

QUÉBEC

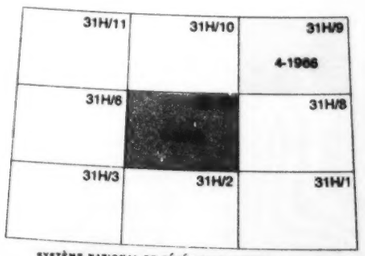
Échelle 1/50 000

Kilomètres 1 0 1 2 3 4 Kilomètres

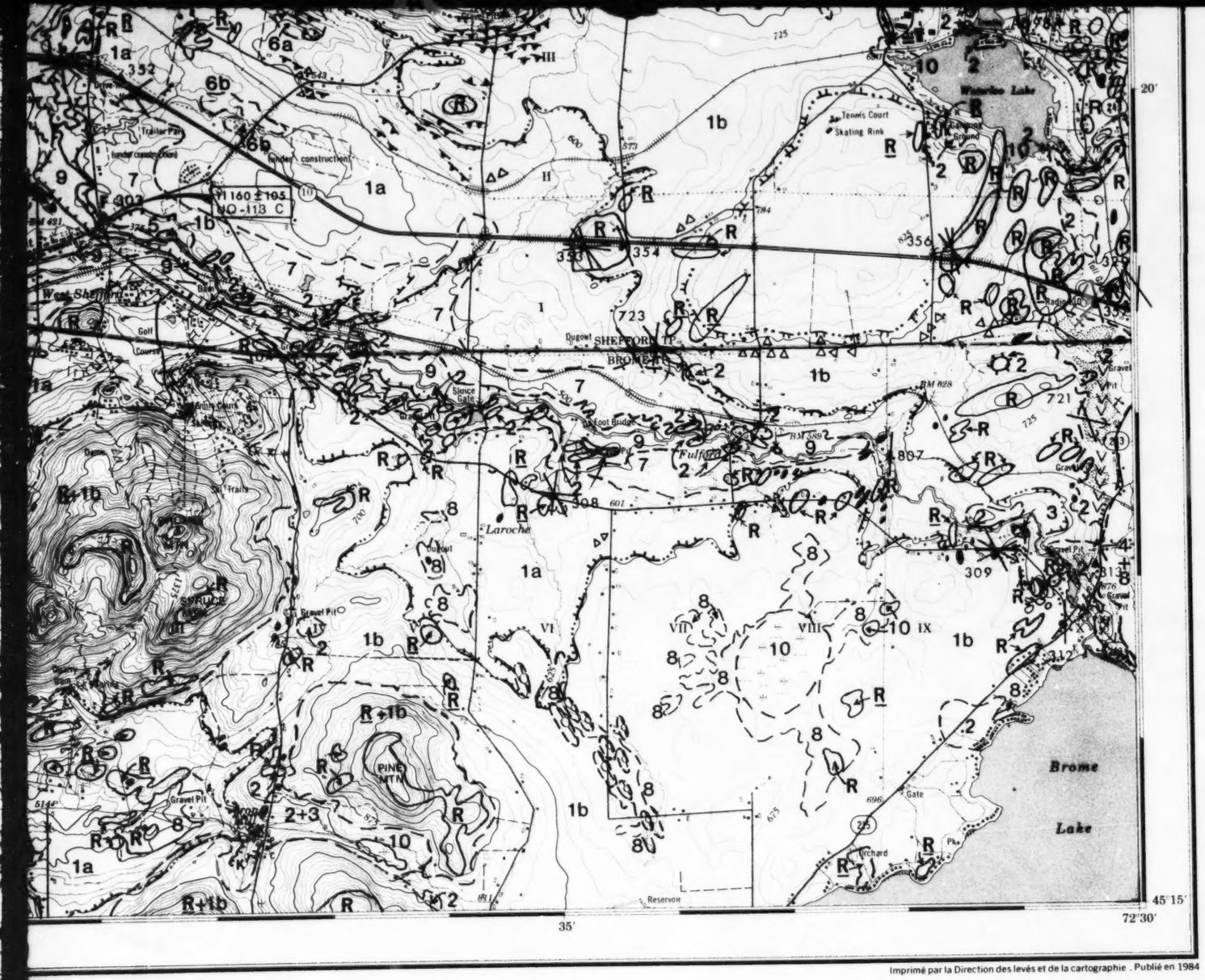
Projection transverse universelle de Mercator

© Droits de la Couronne réservés

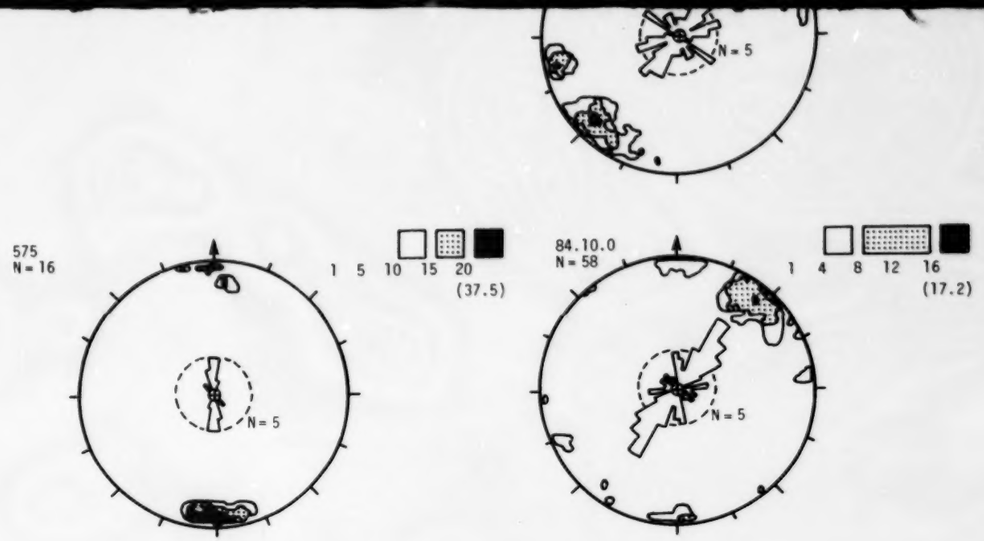
LIEU DE LA CARTE



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES ATTENANTES PUBLIÉES PAR LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

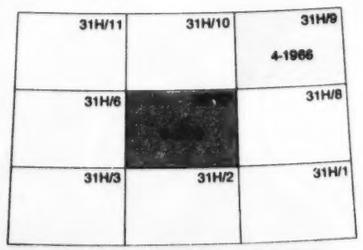


Imprimé par la Direction des levés et de la cartographie . Publié en 1984



ANALYSES TRIDIMENSIONNELLES ET FABRIQUES DE TILL

Deux analyses ont été effectuées dans le till inférieur (84.10.0 et 215.2), les autres dans le till supérieur
Au centre: fabrique des azimuths; N=5 mesures
Grand cercle: projection stéréographique; diagramme de Schmidt, hémisphère inférieur; classes de 10°; N=nombre de mesures; les aires de concentration indiquent les % de recoupement, et les valeurs entre parenthèses le maximum de recoupement



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES ATTENANTES PUBLIÉES PAR LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

CARTE 4-1983
GRANBY
QUÉBEC